

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 02 August 2000 (02.08.00)	
International application No. PCT/DE99/03955	Applicant's or agent's file reference 98P5929P
International filing date (day/month/year) 10 December 1999 (10.12.99)	Priority date (day/month/year) 16 December 1998 (16.12.98)
Applicant ACKERMANN, Thomas et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

13 July 2000 (13.07.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Diana Nissen Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

**PCT**ORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 :

G01R 31/00

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/36426

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

22. Juni 2000 (22.06.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03955

(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Dezember 1999  
(10.12.99)(30) Prioritätsdaten:  
198 58 093.2 16. Dezember 1998 (16.12.98) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ACKERMANN, Thomas  
[DE/DE]; Schulstrasse 28, D-91074 Herzogenaurach (DE).  
GREINER, Michael [DE/DE]; Prälat-Wolker-Strasse 2,  
D-85221 Dachau (DE). LIGGESMEYER, Peter [DE/DE];  
Am Langhölzl 18, D-85540 Haar (DE). MÄCKEL, Oliver  
[DE/DE]; Salmdorfer Strasse 5, D-81929 München (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, SE).

Veröffentlicht

Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR PREDICTING MEASUREMENT DATA BY MEANS OF GIVEN MEASUREMENT  
DATA(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR VORHERSAGE VON MESSDATEN ANHAND VORGEGEBENER  
MESSDATEN

(57) Abstract

The invention relates to a method and an arrangement for predicting measurement data using given measurement data, whereby a stochastic process is adapted to said given data. Simulation procedures are carried out from a given point in time until a final point in time. The predicted measurement data is determined for each simulation procedure. Measurement data for the final point in time is predicted within a range of values which is determined by the predicted measurement data.

(57) Zusammenfassung

Es werden ein Verfahren und eine Anordnung zur Vorhersage von Messdaten anhand vorgegebener Messdaten angegeben, bei dem/bei der ein stochastischer Prozess an die vorgegebenen Messdaten angepasst wird. Ab einem vorgegebenen Zeitpunkt werden Simulationsläufe bis zu einem Endzeitpunkt durchgeführt. Für jeden Simulationslauf werden die prognostizierten Messdaten bestimmt. Für den Endzeitpunkt erfolgt die Vorhersage von Messdaten innerhalb eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Messdaten bestimmt ist.

Beschreibung**Verfahren und Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten.

10

Ein technisches System wirft oftmals die Frage nach einer Prognose anhand bekannter (Meß-)Daten auf, insbesondere im Hinblick auf eine Fehleranfälligkeit oder eine Kostenabschätzung.

15

Übernimmt eine solche Prognose ein Experte, so ist diese Prognose zumeist fehlerbehaftet. Eine exakte Bestimmung kann der Experte, zumindest für ein hinreichend komplexes System, nicht vornehmen.

20

Ein stochastischer Punktprozeß, insbesondere ein Poisson-Prozeß, ist aus [1] bekannt.

25

Die **Aufgabe** der Erfindung besteht darin, automatisch eine Vorhersage (Prognose) von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

30

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten angegeben, bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird. Ab einem vorgegebenen Zeitpunkt werden Simulationsläufe bis zu einem Endzeitpunkt durchgeführt. Für jeden

35

Simulationslauf werden die prognostizierten Meßdaten bestimmt. Für den Endzeitpunkt erfolgt die Vorhersage von

- einer Softwareentwicklung, bei der abhängig von in einer Testphase gemessenen Fehlern ein Reifegrad derselben dokumentiert wird. Abhängig von diesem Reifegrad resultiert direkt die Fertigstellung, d.h. solange nicht ein Großteil
- 5 der Fehler aus der Software entfernt wurde, kann diese nicht an Kunden ausgeliefert werden. Dies drückt sich insbesondere durch Aufwand (beim Testen und Korrigieren der Fehler) und Kosten (für die Zeitverzögerung bei der Auslieferung) aus.
- 10 Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten angegeben, bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird. Es wird ein Intervall ermittelt, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene
- 15 Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden. Die Vorhersage von Meßdaten erfolgt durch Orientierung an dem Intervall, insbesondere an den Wahrscheinlichkeitswerten innerhalb des Intervalls.
- 20 Eine Weiterbildung besteht darin, daß die anhand des stochastischen Prozesses gewonnenen Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach symmetrisch um den Erwartungswert sortiert werden. Damit ist insbesondere gemeint, daß der größte Wahrscheinlichkeitswert die Mitte des Intervalls, also den
- 25 Erwartungswert kennzeichnet, wohingegen der nächst größere Wahrscheinlichkeitswert rechts- bzw. linksseitig des Erwartungswertes angeordnet wird. Der nachfolgend nächst höhere Wahrscheinlichkeitswert wird gegenüber auf der anderen Seite des Erwartungswertes symmetrisch angeordnet.
- 30 Auf diesem Wege erhält man analytisch (konstruktiv) ein Intervall, das wiederum durch seine Breite angibt, welche Wahrscheinlichkeitswerte für die Vorhersage der Meßdaten eine Rolle spielen.
- 35 Insbesondere ist es eine Ausgestaltung, daß die Breite des Intervalls bestimmt wird, indem diejenigen

- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;
- b) ein Intervall ermittelbar ist, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;
- c) die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

10 Die Anordnungen sind insbesondere geeignet zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren oder der vorstehend erläuterten Weiterbildungen.

15 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und erläutert.

Es zeigen

- 20 Fig.1 eine Skizze, die eine akkumulierte Fehleranzahl über einem Testzeitraum darstellt;
  - Fig.2 eine Skizze, die überlagerte Konfidenzintervalle für verschiedene Prozeßmodelle darstellt;
  - 25 Fig.3 ein Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten;
  - Fig.4 ein weiteres Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten;
  - 30 Fig.5 eine Prozessoreinheit;
- 35 Um eine zu erwartende Fehleranzahl in einem technischen Prozeß, beispielsweise in einem Software-Entwicklungsprozeß, prognostizieren zu können, werden nichthomogene Poisson-

$$i: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+, t \mapsto i(t) = EN(t) \quad (7).$$

Da gemäß der Eigenschaft des Poisson-Prozesses die Zuwächse  
 5 (hier: Fehlerzuwächse) unabhängig von vorangegangenen  
 Zuwächsen sind, kann Gleichung (5) für Zeitpunkte  $t > t_0$  zur  
 Bestimmung eines (möglichst kleinen) Intervalls

$$[g_u, g_o] = [g_u(t), g_o(t)] \subset \mathbb{N}_0 \quad (8)$$

10

vereinfacht werden zu

$$\sum_{\ell=g_u}^{g_o} P(N(t) - N(t_0) = \ell) \geq \alpha \quad (9).$$

15 Aufgrund der Unimodalität der Poisson-Zähldichte kann ein  
 Intervall  $[g_u, g_o]$  wie folgt ermittelt werden:

Schritt 1: sortiere die Elementarwahrscheinlichkeiten

20

$$p_\ell := P(N(t) - N(t_0) = \ell), \ell \in \mathbb{N}_0$$

in absteigender Reihenfolge und bezeichne die  
 derart sortierten Werte mit

25

$$p(0), p(1), \dots \quad (\text{d.h. } \{p_0, p_1, \dots\} = \{p(0), p(1), \dots\} \text{ und } p(0) \geq p(1) \geq \dots);$$

$$\text{Schritt 2: bestimme } \ell_{\min} := \min \left\{ \ell \in \mathbb{N}_0 \mid \sum_{i=0}^{\ell} p(i) \geq \alpha \right\};$$

30 Schritt 3: bestimme eine Indexmenge

$$I := \{i_0, \dots, i_{\ell_{\min}}\} \subset \mathbb{N}_0 \quad \text{mit}$$

d.h. eliminiere die  $(100 \cdot (1 - \alpha) / 2)\%$  kleinsten und größten Werte.

5 Daraus resultiert unmittelbar das Konfidenzintervall.

Jeder einzelne Simulationslauf basiert auf einem Simulationsalgorithmus, der aus (vgl. [2]) bekannt ist: Simulative Erzeugung von Zwischenankunftszeiten eines

10 nichthomogenen Poisson-Prozesses:

Schritt 1: Setze  $\bar{\lambda} := \sup_{t \geq t_s} \{\lambda(t)\}$ , wobei gilt:

$$\lambda(t) := \left. \frac{di}{dt} \right|_t \quad (10).$$

15 Schritt 2: erzeuge eine mit dem Parameter  $\bar{\lambda}$  exponentialverteilte (Pseudo-)Zufallsvariable X, d.h.  $X := -\log(U) / \bar{\lambda}$ , wobei U auf (0,1) gleichverteilt ist.

20 Schritt 3: erzeuge eine auf (0,1) gleichverteilte Zufallsvariable U.

Schritt 4: falls  $U \leq \lambda(t_s + X) / \bar{\lambda}$ , dann setze  $t^* := t_s + X$ ; andernfalls setze  $t_s := t_s + X$  und gehe zu

25 Schritt 1.

**Fig.1** zeigt beispielhaft eine Skizze, die eine akkumulierte Fehleranzahl über einem vorgegebenen Testzeitraum darstellt. Ab einem Zeitpunkt  $t_0$  zeigt sich ein Vorhersageintervall für  
30 alle Zeitpunkte  $t_0 + x$ .

Allgemein ergibt sich die Ableitung der Intensität i gemäß Gleichung (10) zu  $\lambda$ . Beispielsweise ergibt sich:

**Fig.4** zeigt ein weiteres Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten. Dazu wird in einem Schritt 401 eine Anpassung eines stochastischen Prozesses, insbesondere eines nichthomogenen Poisson-Prozesses an die vorgegebenen Meßdaten durchgeführt. Anhand des stochastischen Prozesses werden Wahrscheinlichkeitswerte bestimmt, die der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden (vergleiche Schritt 402). Durch diesen Sortiervorgang wird ein Intervall, hier ein Konfidenzintervall, bestimmt. Die Breite des Konfidenzintervalls ergibt sich durch Vergleich der akkumulierten Wahrscheinlichkeiten mit einer vorgegebenen Schwelle. Durch das Konfidenzintervall ist, wie oben erklärt wurde, eine Verteilung bzw. Unschärfe von einem Zeitpunkt  $t_0$  in die Zukunft gegeben, die eine Abschätzung der Meßdaten in der Zukunft ermöglicht (siehe Schritt 403). In einem Schritt 404 wird das Verfahren beendet.

In **Fig.5** ist eine Prozessoreinheit PRZE dargestellt. Die Prozessoreinheit PRZE umfaßt einen Prozessor CPU, einen Speicher SPE und eine Input/Output-Schnittstelle IOS, die über ein Interface IFC auf unterschiedliche Art und Weise genutzt wird: Über eine Grafikschnittstelle wird eine Ausgabe auf einem Monitor MON sichtbar und/oder auf einem Drucker PRT ausgegeben. Eine Eingabe erfolgt über eine Maus MAS oder eine Tastatur TAST. Auch verfügt die Prozessoreinheit PRZE über einen Datenbus BUS, der die Verbindung von einem Speicher MEM, dem Prozessor CPU und der Input/Output-Schnittstelle IOS gewährleistet. Weiterhin sind an den Datenbus BUS zusätzliche Komponenten anschließbar, z.B. zusätzlicher Speicher, Datenspeicher (Festplatte) oder Scanner.

Nachfolgend werden ein Algorithmus zur Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen und ein Algorithmus zur simulativen Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen in der Notation der Programmiersprache C angegeben.



```

else {
    hv = exp(-lambda/(double)wert);
    itval = 1.0;
    for (i=wert;i>=1;i--) { itval *= lambda/(double)i*hv; }
5      }
    return ( itval );
}

void ki_nhpp(mv_nhpp, par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp,
10    start_time, stop_time, k_niveau, lower, upper) double mv_nhpp(double,double,double,double);
    double par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp, start_time, stop_time, k_niveau; long *lower, *upper;
{
    long lauf;
    int lborder,mod_low,mod_upp;
15    double sum,tmp_mv, val_l, val_u;

    tmp_mv = mv_nhpp(stop_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp) -
    mv_nhpp(start_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp); lauf = (long)tmp_mv;
    *lower = lauf-1;
20    *upper = lauf+1; mod_low= false; mod_upp= false; sum = poisson(tmp_mv,lauf); val_l =
        poisson(tmp_mv,*lower); val_u = poisson(tmp_mv,*upper);
    while (sum<k_niveau) {
        if (val_l<val_u) {
            sum += val_u;
25            (*upper)++;
            lborder = false;
            mod_upp = true;
            val_u = poisson(tmp_mv,*upper);
        }
        else {
30            sum += val_l;
            (*lower)--;
            lborder = true;
            mod_low = true;
            val_l = poisson(tmp_mv,*lower);
35            }
        }

        if (lborder == true) { (*lower)++; }
40        else { (*upper)--; }

        if (mod_low == false) { (*lower)++; }
        if (mod_upp == false) { (*upper)--; }

45    return;
}

```

15

```

datei = fopen("ki.tmp","a");
for (lauf=1;lauf< ;lauf++) {
check_time[lauf] = bt+lauf*(st-bt)/10.;
}
5  check_time[11] = pnt[no_pnt]+1; /* größer als die größte
    simulierte Zeit */
    clauf = 1;
    for (lauf=1;lauf<=no_pnt;lauf++) {
10  while (pnt[lauf]>=check_time[clauf]) { fprintf(datei, "%8.2f %6d ", check_time[clauf], lauf-1); clauf++;
    }
    }

    if (pnt[no_pnt] < check_time[10]) {
15  for (lauf=clauf;lauf< ;lauf++) { fprintf(datei, "%8.2f %6d ", check_time[lauf], no_pnt);
    }
    }

    fprintf(datei, "\n");
    fclose(datei);
20  return 0;
    }

double sim_exp(lambda)
25  double lambda;
    { return( -log(drand48())/lambda ); }

double lambda_genGO(x,a,b,c)
double x,a,b,c;
30  { return( a*b*c*pow(x,c-1)*exp(-b*pow(x,c)) ); }

void sim_nhpp(lambda_nhpp, par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp,
start_time, stop_time, path, no_points) double lambda_nhpp(double,double,double,double); double
    par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp, start_time, stop_time; double path[]; long *no_points;
35  {
    double sim_time,x,u,x_bar,lambda_bar;
    *no_points=0;
    sim_time = start_time;

40  do {
    if (par3_nhpp<=1) { lambda_bar = lambda_nhpp(sim_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
    }
    else {
    x_bar = pow((par3_nhpp-1.0)/par2_nhpp/par3_nhpp,1.0/par3_nhpp);
45  if (sim_time>=x_bar) {
    lambda_bar = lambda_nhpp(sim_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
    }
    else {
50  lambda_bar = lambda_nhpp(x_bar,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
    }
    }

    x = sim_exp(lambda_bar);
    u = drand48();
55

```

**Programm 3:**

```

/* Bestimmung der Konfidenzintervalle aus den Simulationsdaten */
/* (die Simulationsdaten werden in aufsteigender Reihenfolge sortiert) */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <stdio.h>

   int qsort_icmp(int*,int*);
10  int qsort_icmp(x,y)
   int *x, *y;
   {
   if (*x<*y) { return ( -1 ); }
   else if (*x==*y) { return ( 0 ); }
15  else { return ( 1 ); }
   }

   int main(argc,argv)
   int argc;
20  char *argv[];
   {
   int pnt[11][100000];
   int qs[100000];
   char *dname;
25  int frac,i;
   long lauf,lower_bound,upper_bound;
   long l,no_pnt,seed_run;
   double ctime[11],x;
   FILE *datei;
30

   if (argc<3) {
   printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n"); printf("Aufruf: %s <Dateiname> <Konfidenzniveau (in
   %%>)\n\n", argv[0]); return 1;
35  }

   dname = argv[1];
   frac = 100-atoi(argv[2]);
   lauf = 0;
40

   datei = fopen(dname,"r");
   if (datei==NULL) { return 1; }
   else {
   while (!feof(datei)) {
45  lauf++;
   for (i=1;i<=9;i++) {
   fscanf(datei,"%8lf %6d ", &ctime[i], &pnt[i][lauf]);
   }
   fscanf(datei,"%8lf %6d \n", &ctime[10], &pnt[10][lauf]);
50  }
   fclose(datei);
   }

   lower_bound = (long)floor(lauf*frac/200.); upper_bound = (long)ceil(lauf*(200.-frac)/200.);
55  if (lower_bound<1) {lower_bound = 1;}

```

## Literaturverzeichnis:

- [1] Sidney I. Resnick: "Adventures in Stochastic Processes",  
Birkhäuser Boston, 1992, ISBN 3-7643-3591-2, pp.303-317.
- [2] Bratelly et al., 1987

Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;

- c) bei dem die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

5

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
bei dem die anhand des stochastischen Prozesses gewonnenen Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach symmetrisch um den Erwartungswert sortiert werden.

10

8. Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten bis zu einem Endzeitpunkt anhand vorgegebener Meßdaten, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß
- 15 a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;  
b) ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe des stochastischen Prozesses bis zu dem Endzeitpunkt
- 20 durchführbar sind;  
c) für jeden Simulationslauf die prognostizierten Meßdaten ermittelbar sind;  
d) die Vorhersage von Meßdaten durch Angabe eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten
- 25 bestimmt ist, erfolgt.

9. Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten,

30

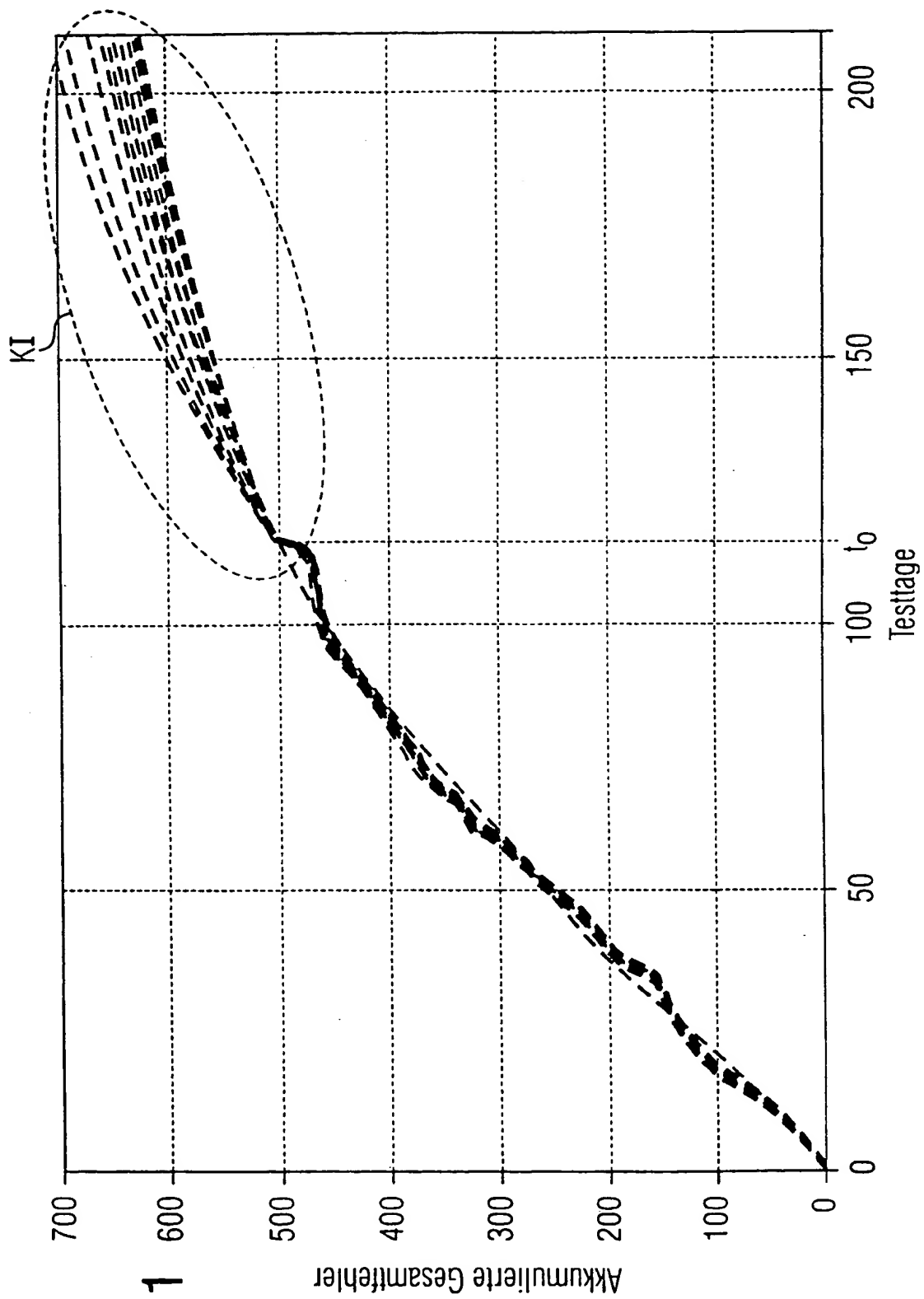
bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß

- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;

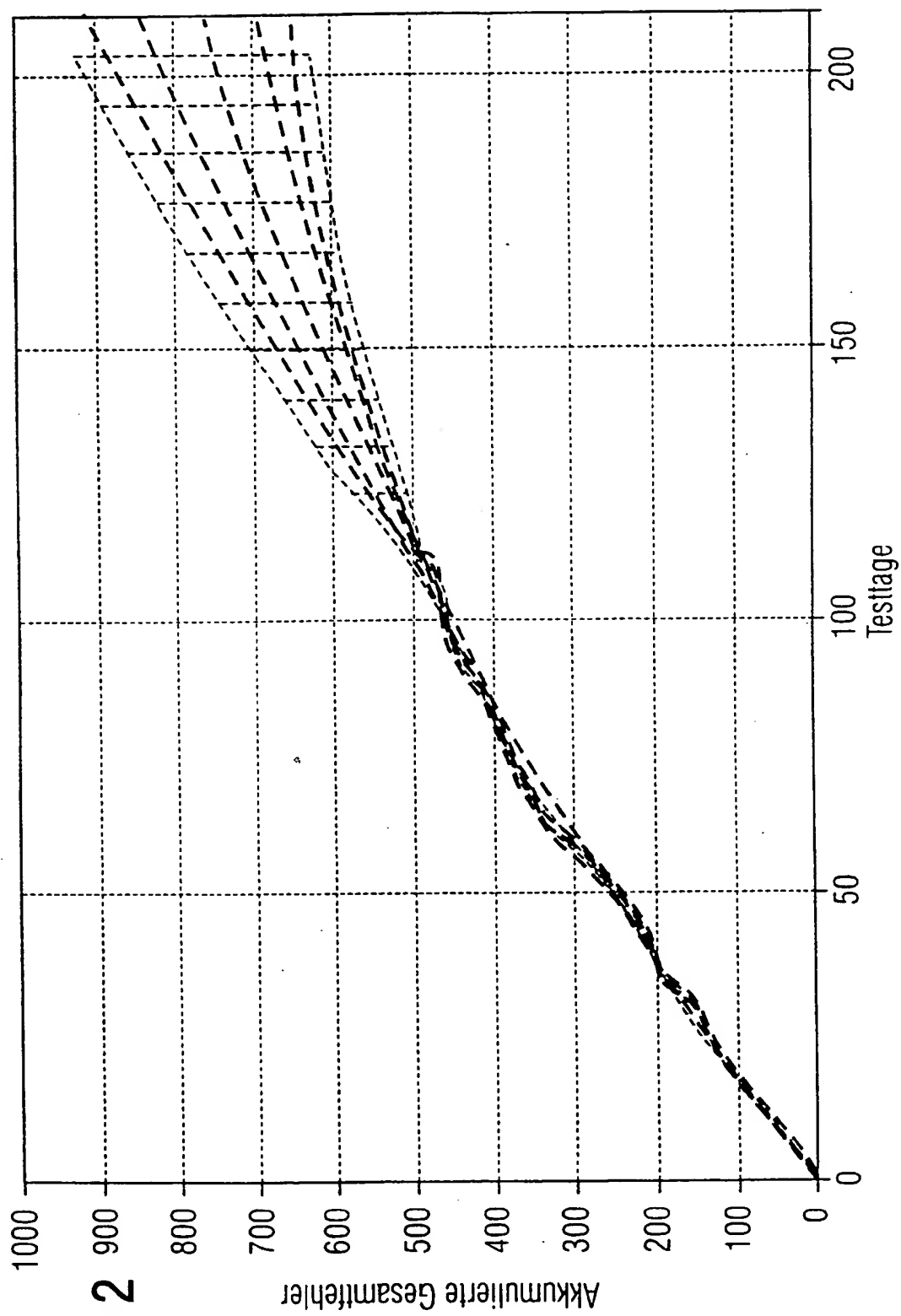
35

- b) ein Intervall ermittelbar ist, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;

1/4



2/4



4/4

FIG 4

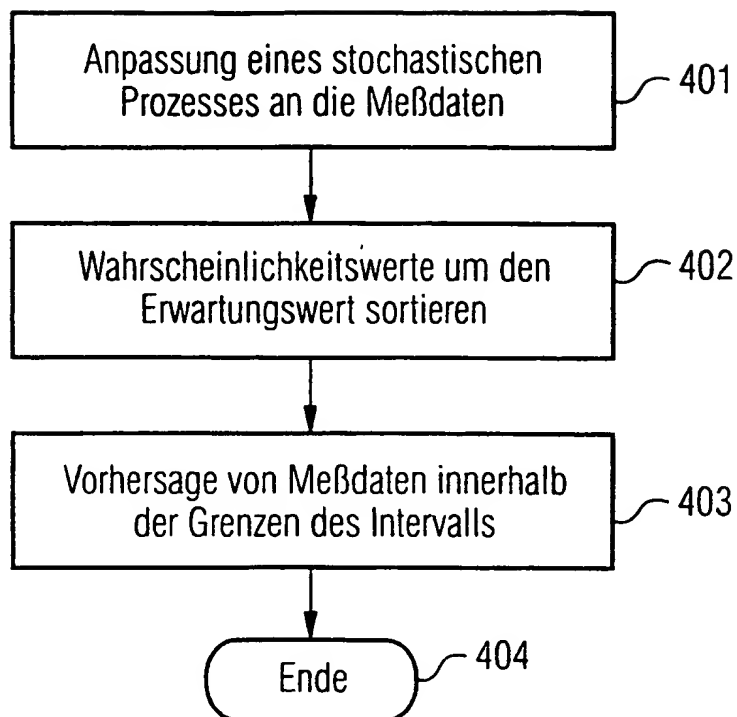
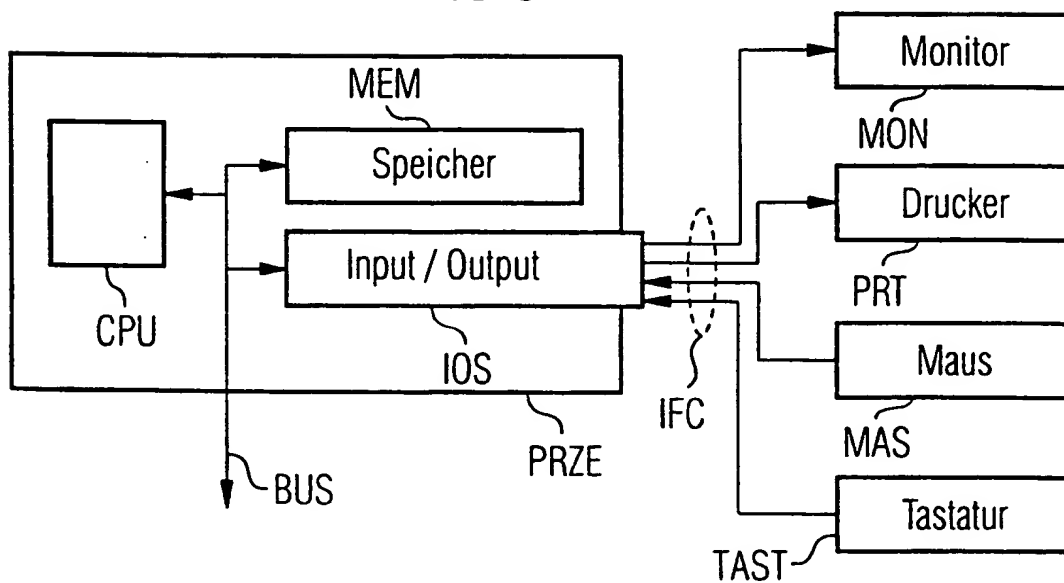


FIG 5





- c) die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten bis zu einem  
Endzeitpunkt anhand vorgegebener Meßdaten,
  - 5 a) bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen  
Meßdaten angepaßt wird;
  - b) bei dem ab einem vorgegebenen Zeitpunkt  
Simulationsläufe des stochastischen Prozesses bis zu  
dem Endzeitpunkt durchgeführt werden;
  - 10 c) bei dem für jeden Simulationslauf die prognostizierten  
Meßdaten bestimmt werden;
  - d) bei dem die Vorhersage von Meßdaten durch Angabe eines  
Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten  
bestimmt ist, erfolgt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
bei dem ein Konfidenzintervall für die Vorhersage von  
Meßdaten bestimmt wird, indem die a% kleinsten und die b%  
größten prognostizierten Meßdaten eliminiert werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2,  
bei dem a% gleich b% ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 bei dem der stochastische Prozeß ein nichthomogener  
Poisson-Prozeß ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Meßdaten Anzahlen von Fehlern sind.
- 30 6. Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener  
Meßdaten,
  - 35 a) bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen  
Meßdaten angepaßt wird;
  - b) bei dem ein Intervall ermittelt wird, indem anhand des  
stochastischen Prozesses gewonnene

18

```
printf("\n\n%2d%%-Sicherheitsbereich bei %d Simulationsläufen\n\n",  
100-frac,lauf);  
for (i=1;i< ;i++) {  
for (l=1;l<=lauf;l++) {  
5  qs[l] = pnt[i][l];  
    }  
  
    qsort(&qs[1], lauf, sizeof(int), &qsort_icmp);  
    printf("Zeitpunkt: %8.2f Fehlerintervall: [%d,%d]\n",  
10  ctime[i], qs[lower_bound], qs[upper_bound]);  
    }  
  
    return 0 ;  
    }  
15
```

16

```
if (u<=lambda_nhpp(sim_time+x,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp)/lambda_bar) { (*no_points)++;  
    path[*no_points]=sim_time+x;  
}  
sim_time+=x;  
5 }  
while (sim_time<=stop_time);  
return;  
}
```

**Programm 2:**

```

/* Simulative Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen */
/* basierend auf dem verallgemeinerten Goel-Okamoto-Modell */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <time.h>
   #include <stdio.h>
   #include <values.h>

10  #define true  1
   #define false -1

   double drand48(void);
15  void srand48(long);

   double sim_exp(double); double lambda_genGO(double,double,double,double); void sim_nhpp();
   int main(argc,argv)
   int argc;
20  char *argv[];
   {
   time_t t; double a,b,c,bt,st,pnt[1000000],check_time[12]; long lauf,no_pnt,seed_run; int clauf;
   FILE *datei;
   if (argc<6) {
25  printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n");
   printf("Aufruf: %s <Par1> <Par2> <Par3> <Startzeit> <Endzeit>\n\n",
   argv[0]); return 1;
   }

30  datei = fopen("sim.seed","r");
   if (datei==NULL) {
   seed_run = 1;
   }
   else {
35  fscanf(datei,"%6d",&seed_run); fclose(datei); seed_run++;
   }

   datei = fopen("sim.seed","w+");
   fprintf(datei, "%6d\n", seed_run );
40  fclose(datei);

   time (&t) ;          /* Initialisierung des */
   t += seed_run*100 ;   /* Zufallszahlengenerators */
   srand48 ((unsigned long) t) ; /* mit Hilfe der Systemzeit */
45  a = atof(argv[1]);
   b = atof(argv[2]);
   c = atof(argv[3]);
   bt= atof(argv[4]);
   st= atof(argv[5]);

50  sim_nhpp(lambda_genGO,a,b,c,bt,st,&pnt,&no_pnt);
   for (lauf=1;lauf<=no_pnt;lauf++) {
   printf("%15.7f %10d \n", pnt[lauf], lauf);
   }

55

```

**Programm 1:**

```

/* B stimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen */
/* basierend auf dem verallgemeinerten Goel-Okamoto-Modell */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <stdio.h>

   #define true 1
10  #define false -1

   double mv_genGO(double,double,double,double); double poisson(double,long); void ki_nhpp();
   int main(argc,argv)
   int argc;
15  char *argv[];
   {
   double a,b,c,bt,st,kn;
   long low,upp,lauf;

20  if (argc<7) {
   printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n");
   printf("Aufruf: %s <Par1> <Par2> <Par3> <Startzeit> <Endzeit>",
   "<KNiveau>\n\n", argv[0]); return 1;
   }

25  a = atof(argv[1]);
   b = atof(argv[2]);
   c = atof(argv[3]);
   bt= atof(argv[4]);
30  st= atof(argv[5]);
   kn= atof(argv[6]);

   for (lauf=1;lauf< ;lauf++) {
   ki_nhpp(mv_genGO,a,b,c,bt,bt+lauf*(st-bt)/10.,kn,&low,&upp);
35  printf("Zeitpunkt: %8.2f Fehlerintervall: [%d,%d]\n",
   bt+lauf*(st-bt)/10., low, upp);
   }
   return 0;
   }

40  double mv_genGO(x,a,b,c)
   double x,a,b,c;
   { return( a*(1.0-exp(-b*pow(x,c))) ); }

45  double poisson(lambda,wert)
   double lambda;
   long wert;
   {
   long i;
50  double itval,hv;

   if (lambda<600) {
   itval = exp(-lambda);
   for (i=wert;i>=1;i--) { itval *= lambda/(double)i; }
55  }

```

$$a) \lambda(t) = a \cdot b \cdot c \cdot \exp(-bt^c) \cdot t^{c-1}$$

( $\lambda(t)$  ist für  $c \leq 1$  streng monoton fallend, für  $c > 1$  unimodal mit einem eindeutigen Maximum an einer Stelle  $t_{\max} = \sqrt[c]{\frac{c-1}{bc}}$ ).

5

b)  $\bar{\lambda}$  ergibt sich nach den obigen Überlegungen zu

$$\bar{\lambda} = \begin{cases} \lambda(t_s), & (c \leq 1) \vee (t_s \geq t_{\max}) \\ \lambda(t_{\max}), & \text{sonst.} \end{cases}$$

- 10 In **Fig.2** ist eine Skizze gezeigt, die überlagerte Konfidenzintervalle darstellt. Insbesondere wird dadurch ersichtlich, daß eine etwaige Prognose umso breiter streut, je weiter sie in die Zukunft reicht. Insbesondere können durch verschiedene Prozeßmodelle berechnete
- 15 Konfidenzintervalle auf die in Fig.2 dargestellte Art visualisiert werden.

- In **Fig.3** ist ein Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten dargestellt. In einem Schritt 301 wird ein stochastischer
- 20 Prozeß, insbesondere ein nichthomogener Poisson-Prozeß (als Vertreter für einen stochastischen Zählprozeß) an vorgegebene Meßdaten angepaßt. In einem Schritt 302 werden Simulationsläufe durchgeführt, die ausgehend von dem
- 25 Zeitpunkt  $t_0$  bis zu einem zu prognostizierenden Endzeitpunkt  $t_e$  laufen. Für jeden Simulationslauf werden in einem Schritt 303 prognostizierte Meßdaten bestimmt und eine Vorhersage von Meßdaten auf einen Bereich eingeschränkt, der von den durch die Simulationsläufe bestimmten Meßdaten abgedeckt wird
- 30 (siehe Schritt 304). In einem Schritt 305 wird ein Konfidenzintervall bestimmt, indem jeweils ein vorgegebener Teil größter und kleinster prognostizierter Meßdaten unberücksichtigt bleibt (dies entspricht besagtem Bereich). In einem Schritt 306 wird das Verfahren beendet.

$$\{p_{i_0}, \dots, p_{i_{\ell_{\min}}}\} = \{p(0), \dots, p(\ell_{\min})\};$$

Schritt 4: setze  $g_u := \min_{i \in I} \{i\}$  und  $g_o := \max_{i \in I} \{i\}$ .

5

Das Intervall aus Gleichung (8) wird auch als Prognose-Intervall bezeichnet.

## 10 Stochastische Simulation (zweiter Ansatz)

Das beschriebene Konfidenzintervall kann simulativ bestimmt werden durch folgende Schritte:

15 Schritt 1: starte am Zeitpunkt  $t_0$  der letzten Fehlermeldung  $m \in \mathbb{N}$  voneinander unabhängige Simulationsläufe, die auf dem gewählten Prozeßmodell basieren;

20 Schritt 2: beende einen Simulationslauf, sobald der gewünschte Endzeitpunkt  $t_e$  erreicht ist;

Schritt 3: wiederhole Schritt 2 solange bis alle Simulationsläufe beendet sind;

25 Schritt 4: sortiere die Anzahlen  $\hat{N}_i(t_e)$  der im  $i$ -ten Simulationslauf generierten Fehler in dem Zeitraum  $(t_0, t_e]$ ,  $i=1, \dots, m$ , in absteigender Reihenfolge und bezeichne die derart sortierten Werte mit  $\hat{N}_{(1)}(t_e), \dots, \hat{N}_{(m)}(t_e)$ ;

30

Schritt 5: setze

$$\begin{aligned} \hat{g}_u &:= \hat{N}_{(\lfloor m \cdot \alpha / 2 \rfloor)}(t_e) \text{ und} \\ \hat{g}_o &:= \hat{N}_{(\lceil m \cdot (1 - \alpha / 2) \rceil)}(t_e), \end{aligned}$$



Prozesse (NHPP) kalibriert, d.h. an Meßdaten, z.B. das Auftreten der Fehler über die Zeit, angepaßt. Mit

$$\{N(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad (1)$$

5

wird ein zu dem stochastischen Punktprozeß (nichthomogenen Poisson-Prozeß) assoziierter Zählprozeß und mit einem Zeitpunkt  $t_0$  ein Ende eines Testzeitraumes, also ein Zeitpunkt an dem die vorgegebenen Daten enden, bezeichnet. Es werden die stochastischen Prozesse

10

$$\{U(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad \text{und} \quad (2)$$

$$\{O(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad (3)$$

15

gesucht mit

$$P(U(t) \leq N(t) - N(t_0) \leq O(t) \mid N(t_0) = n_0) \geq \alpha \quad (4),$$

20 für alle Zeitpunkte  $t > t_0$  und gegebene Werte  $\alpha \in (0,1)$  (Konfidenzniveau) sowie  $n_0 \in \mathbb{N}$ . Nachfolgend werden insbesondere die Zuwächse des stochastischen Zählprozesse bezogen auf den Zeitpunkt  $t_0$  betrachtet.

25 Für den hier vorliegenden Fall, in dem Gleichung (1) einen nichthomogenen Poisson-Prozeß bezeichnet, gilt (vgl. [1])

$$P(N(t_1) - N(t_0) = \ell) = \exp(-[i(t_1) - i(t_0)]) \cdot \frac{[i(t_1) - i(t_0)]^\ell}{\ell!} \quad (5)$$

30 für

$$0 \leq t_0 < t_1 < \infty, \ell \in \mathbb{N}_0 \quad (6)$$

und eine Intensität (englisch: intensity, mean measure, mean value function)

35

Wahrscheinlichkeitswerte unberücksichtigt bleiben, die unterhalb einer vorgegebenen Schranke liegen.

Dadurch ergibt sich ein Intervall (Konfidenzintervall),  
5 welches durch die Schranke eine bestimmte Breite aufweist.  
Diese Breite entspricht der Sicherheit der Vorhersage von  
Meßdaten.

10 Geht man davon aus, daß der stochastische Prozeß ein  
nichthomogener Poisson-Prozeß ist, so wird insbesondere auf  
einer Zeitachse  $t$  durch den nichthomogenen Poisson-Prozeß  
eine Schrittweite bestimmt, die angibt, wann der nächste  
Fehler auftritt. Durch die Eigenschaft der  
15 Gedächtnislosigkeit des nichthomogenen Poisson-Prozesses wird  
von jedem zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgetretenen Fehler  
"gedächtnislos" nach einem für den nächsten Fehler  
kennzeichnenden Zeitpunkt gesucht.

20 Auch wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur  
Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten  
angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die  
derart eingerichtet ist, daß

- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten  
anpaßbar ist;
- 25 b) ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe bis  
zu einem Endzeitpunkt durchführbar sind;
- c) für jeden Simulationslauf die prognostizierten  
Meßdaten ermittelbar sind;
- d) für den Endzeitpunkt die Vorhersage von Meßdaten  
30 innerhalb eines Wertebereichs, der durch die  
prognostizierten Meßdaten bestimmt ist, vorhersagbar  
ist.

35 Ferner wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur  
Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten  
angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die  
derart eingerichtet ist, daß

Meßdaten innerhalb eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten bestimmt ist.

Eine Weiterbildung besteht darin, daß ein Konfidenzintervall für die Vorhersage von Meßdaten bestimmt wird, indem die  $a\%$  kleinsten und die  $b\%$  größten prognostizierten Meßdaten eliminiert werden. Insbesondere kann  $a\% = b\%$  sein. Beispielsweise kann somit ein 95%-iges Konfidenzintervall bestimmt werden, indem die 2,5% kleinsten und die 2,5% größten prognostizierten Meßdaten unberücksichtigt bleiben.

Ein Vorteil besteht darin, daß von einem vorgegebenen Zeitpunkt aus die Meßdaten mit einer in einem Konfidenzintervall liegenden Genauigkeit vorhergesagt (prognostiziert) werden können. Dies ermöglicht bereits in einem frühen Stadium die Erkennung beispielsweise einer Erfüllbarkeit bzw. Nichterfüllbarkeit einer mit den Meßdaten verbundenen Aufgabe, so daß daran geeignete Maßnahmen geknüpft werden können, um einer prognostizierten Nichterfüllung entgegenzuwirken. Dies ist insbesondere von Bedeutung bei einem komplexen System, z.B. einem Softwareentwicklungsprozeß, bei dem innerhalb einer späteren Testphase aufzeigbar ist, inwieweit eine Zeitplanung bis zur Fertigstellung der Software eingehalten werden kann. Umso wichtiger ist es, hierbei frühzeitig einer deutlichen Verzögerung, beispielsweise in einer Integrationstest-Phase, entgegenwirken zu können. Dies wirkt sich zum einen auf die Erfüllbarkeit innerhalb der gesetzten Frist (Zeitraumen), zum anderen direkt auf die Kosten aus, da eine Nichterfüllung in der vereinbarten Zeit regelmäßig zusätzliche Kosten verursacht.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß der stochastische Prozeß ein nichthomogener Poisson-Prozeß ist.

Insbesondere ist es eine Ausgestaltung, daß die Meßdaten Anzahlen von Fehlern sind. Dies entspricht beispielsweise

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung**Verfahren und Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten.

Ein technisches System wirft oftmals die Frage nach einer  
10 Prognose anhand bekannter (Meß-)Daten auf, insbesondere im Hinblick auf eine Fehleranfälligkeit oder eine Kostenabschätzung.

Übernimmt eine solche Prognose ein Experte, so ist diese  
15 Prognose zumeist fehlerbehaftet. Eine exakte Bestimmung kann der Experte, zumindest für ein hinreichend komplexes System, nicht vornehmen.

Ein stochastischer Punktprozeß, insbesondere ein Poisson-  
20 Prozeß, ist aus [1] bekannt.

Die **Aufgabe** der Erfindung besteht darin, automatisch eine Vorhersage (Prognose) von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten zu ermöglichen.

25

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

30 Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten angegeben, bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird. Ab einem vorgegebenen Zeitpunkt werden Simulationsläufe bis zu einem Endzeitpunkt durchgeführt. Für jeden  
35 Simulationslauf werden die prognostizierten Meßdaten bestimmt. Für den Endzeitpunkt erfolgt die Vorhersage von

Meßdaten innerhalb eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten bestimmt ist.

Eine Weiterbildung besteht darin, daß ein Konfidenzintervall für die Vorhersage von Meßdaten bestimmt wird, indem die  $a\%$  kleinsten und die  $b\%$  größten prognostizierten Meßdaten eliminiert werden. Insbesondere kann  $a\% = b\%$  sein. Beispielsweise kann somit ein 95%-iges Konfidenzintervall bestimmt werden, indem die 2,5% kleinsten und die 2,5% größten prognostizierten Meßdaten unberücksichtigt bleiben.

Ein Vorteil besteht darin, daß von einem vorgegebenen Zeitpunkt aus die Meßdaten mit einer in einem Konfidenzintervall liegenden Genauigkeit vorhergesagt (prognostiziert) werden können. Dies ermöglicht bereits in einem frühen Stadium die Erkennung beispielsweise einer Erfüllbarkeit bzw. Nichterfüllbarkeit einer mit den Meßdaten verbundenen Aufgabe, so daß daran geeignete Maßnahmen geknüpft werden können, um einer prognostizierten Nichterfüllung entgegenzuwirken. Dies ist insbesondere von Bedeutung bei einem komplexen System, z.B. einem Softwareentwicklungsprozeß, bei dem innerhalb einer späteren Testphase aufzeigbar ist, inwieweit eine Zeitplanung bis zur Fertigstellung der Software eingehalten werden kann. Umso wichtiger ist es, hierbei frühzeitig einer deutlichen Verzögerung, beispielsweise in einer Integrationstest-Phase, entgegenwirken zu können. Dies wirkt sich zum einen auf die Erfüllbarkeit innerhalb der gesetzten Frist (Zeitrahmen), zum anderen direkt auf die Kosten aus, da eine Nichterfüllung in der vereinbarten Zeit regelmäßig zusätzliche Kosten verursacht.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß der stochastische Prozeß ein nichthomogener Poisson-Prozeß ist.

Insbesondere ist es eine Ausgestaltung, daß die Meßdaten Anzahlen von Fehlern sind. Dies entspricht beispielsweise

- einer Softwareentwicklung, bei der abhängig von in einer Testphase gemessenen Fehlern ein Reifegrad derselben dokumentiert wird. Abhängig von diesem Reifegrad resultiert direkt die Fertigstellung, d.h. solange nicht ein Großteil der Fehler aus der Software entfernt wurde, kann diese nicht an Kunden ausgeliefert werden. Dies drückt sich insbesondere durch Aufwand (beim Testen und Korrigieren der Fehler) und Kosten (für die Zeitverzögerung bei der Auslieferung) aus.
- 10 Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten angegeben, bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird. Es wird ein Intervall ermittelt, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene
- 15 Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden. Die Vorhersage von Meßdaten erfolgt durch Orientierung an dem Intervall, insbesondere an den Wahrscheinlichkeitswerten innerhalb des Intervalls.
- 20 Eine Weiterbildung besteht darin, daß die anhand des stochastischen Prozesses gewonnenen Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach symmetrisch um den Erwartungswert sortiert werden. Damit ist insbesondere gemeint, daß der größte Wahrscheinlichkeitswert die Mitte des Intervalls, also den
- 25 Erwartungswert kennzeichnet, wohingegen der nächst größere Wahrscheinlichkeitswert rechts- bzw. linksseitig des Erwartungswertes angeordnet wird. Der nachfolgend nächst höhere Wahrscheinlichkeitswert wird gegenüber auf der anderen Seite des Erwartungswertes symmetrisch angeordnet.
- 30 Auf diesem Wege erhält man analytisch (konstruktiv) ein Intervall, das wiederum durch seine Breite angibt, welche Wahrscheinlichkeitswerte für die Vorhersage der Meßdaten eine Rolle spielen.
- 35 Insbesondere ist es eine Ausgestaltung, daß die Breite des Intervalls bestimmt wird, indem diejenigen

Wahrscheinlichkeitswerte unberücksichtigt bleiben, die unterhalb einer vorgegebenen Schranke liegen.

- 5     Dadurch ergibt sich ein Intervall (Konfidenzintervall),  
welches durch die Schranke eine bestimmte Breite aufweist.  
Diese Breite entspricht der Sicherheit der Vorhersage von  
Meßdaten.

- 10    Geht man davon aus, daß der stochastische Prozeß ein  
nichthomogener Poisson-Prozeß ist, so wird insbesondere auf  
einer Zeitachse  $t$  durch den nichthomogenen Poisson-Prozeß  
eine Schrittweite bestimmt, die angibt, wann der nächste  
Fehler auftritt. Durch die Eigenschaft der  
15    Gedächtnislosigkeit des nichthomogenen Poisson-Prozesses wird  
von jedem zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgetretenen Fehler  
"gedächtnislos" nach einem für den nächsten Fehler  
kennzeichnenden Zeitpunkt gesucht.

- 20    Auch wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur  
Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten  
angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die  
derart eingerichtet ist, daß
- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten  
anpaßbar ist;
  - 25    b) ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe bis  
zu einem Endzeitpunkt durchführbar sind;
  - c) für jeden Simulationslauf die prognostizierten  
Meßdaten ermittelbar sind;
  - 30    d) für den Endzeitpunkt die Vorhersage von Meßdaten  
innerhalb eines Wertebereichs, der durch die  
prognostizierten Meßdaten bestimmt ist, vorhersagbar  
ist.

- 35    Ferner wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur  
Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten  
angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die  
derart eingerichtet ist, daß



- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;
- b) ein Intervall ermittelbar ist, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;
- c) die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

Die Anordnungen sind insbesondere geeignet zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren oder der vorstehend erläuterten Weiterbildungen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und erläutert.

Es zeigen

- Fig.1 eine Skizze, die eine akkumulierte Fehleranzahl über einem Testzeitraum darstellt;
- Fig.2 eine Skizze, die überlagerte Konfidenzintervalle für verschiedene Prozeßmodelle darstellt;
- Fig.3 ein Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten;
- Fig.4 ein weiteres Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten;
- Fig.5 eine Prozessoreinheit;

Um eine zu erwartende Fehleranzahl in einem technischen Prozeß, beispielsweise in einem Software-Entwicklungsprozeß, prognostizieren zu können, werden nichthomogene Poisson-

Prozesse (NHPP) kalibriert, d.h. an Meßdaten, z.B. das Auftreten der Fehler über die Zeit, angepaßt. Mit

$$\{N(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad (1)$$

5

wird ein zu dem stochastischen Punktprozeß (nichthomogenen Poisson-Prozeß) assoziierter Zählprozeß und mit einem Zeitpunkt  $t_0$  ein Ende eines Testzeitraumes, also ein Zeitpunkt an dem die vorgegebenen Daten enden, bezeichnet. Es werden die stochastischen Prozesse

10

$$\{U(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad \text{und} \quad (2)$$

$$\{O(t)\}_{t \in \mathbb{R}^+} \quad (3)$$

15

gesucht mit

$$P(U(t) \leq N(t) - N(t_0) \leq O(t) \mid N(t_0) = n_0) \geq \alpha \quad (4),$$

20 für alle Zeitpunkte  $t > t_0$  und gegebene Werte  $\alpha \in (0,1)$  (Konfidenzniveau) sowie  $n_0 \in \mathbb{N}$ . Nachfolgend werden insbesondere die Zuwächse des stochastischen Zählprozesse bezogen auf den Zeitpunkt  $t_0$  betrachtet.

25 Für den hier vorliegenden Fall, in dem Gleichung (1) einen nichthomogenen Poisson-Prozeß bezeichnet, gilt (vgl. [1])

$$P(N(t_1) - N(t_0) = \ell) = \exp(-[i(t_1) - i(t_0)]) \cdot \frac{[i(t_1) - i(t_0)]^\ell}{\ell!} \quad (5)$$

30 für

$$0 \leq t_0 < t_1 < \infty, \ell \in \mathbb{N}_0 \quad (6)$$

und eine Intensität (englisch: intensity, mean measure, mean value function)

35

$$i: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+, t \mapsto i(t) = EN(t) \quad (7).$$

Da gemäß der Eigenschaft des Poisson-Prozesses die Zuwächse  
 5 (hier: Fehlerzuwächse) unabhängig von vorangegangenen  
 Zuwächsen sind, kann Gleichung (5) für Zeitpunkte  $t > t_0$  zur  
 Bestimmung eines (möglichst kleinen) Intervalls

$$[g_u, g_o] \equiv [g_u(t), g_o(t)] \subset \mathbb{N}_0 \quad (8)$$

10

vereinfacht werden zu

$$\sum_{\ell=g_u}^{g_o} P(N(t) - N(t_0) = \ell) \geq \alpha \quad (9).$$

15 Aufgrund der Unimodalität der Poisson-Zähldichte kann ein  
 Intervall  $[g_u, g_o]$  wie folgt ermittelt werden:

Schritt 1: sortiere die Elementarwahrscheinlichkeiten

20

$$p_\ell := P(N(t) - N(t_0) = \ell), \ell \in \mathbb{N}_0$$

in absteigender Reihenfolge und bezeichne die  
 derart sortierten Werte mit

25

$$P(0), P(1), \dots \quad (\text{d.h. } \{p_0, p_1, \dots\} = \{P(0), P(1), \dots\} \text{ und } P(0) \geq P(1) \geq \dots);$$

$$\text{Schritt 2: bestimme } \ell_{\min} := \min \left\{ \ell \in \mathbb{N}_0 \mid \sum_{i=0}^{\ell} p(i) \geq \alpha \right\};$$

30 Schritt 3: bestimme eine Indexmenge

$$I := \{i_0, \dots, i_{\ell_{\min}}\} \subset \mathbb{N}_0 \quad \text{mit}$$

$$\{p_{i_0}, \dots, p_{i_{\ell_{\min}}}\} = \{p(0), \dots, p(\ell_{\min})\};$$

Schritt 4: setze  $g_u := \min_{i \in I} \{i\}$  und  $g_o := \max_{i \in I} \{i\}$ .

5

Das Intervall aus Gleichung (8) wird auch als Prognose-Intervall bezeichnet.

#### 10 Stochastische Simulation (zweiter Ansatz)

Das beschriebene Konfidenzintervall kann simulativ bestimmt werden durch folgende Schritte:

15 Schritt 1: starte am Zeitpunkt  $t_0$  der letzten Fehlermeldung  $m \in \mathbb{N}$  voneinander unabhängige Simulationsläufe, die auf dem gewählten Prozeßmodell basieren;

20 Schritt 2: beende einen Simulationslauf, sobald der gewünschte Endzeitpunkt  $t_e$  erreicht ist;

Schritt 3: wiederhole Schritt 2 solange bis alle Simulationsläufe beendet sind;

25 Schritt 4: sortiere die Anzahlen  $\hat{N}_i(t_e)$  der im  $i$ -ten Simulationslauf generierten Fehler in dem Zeitraum  $(t_0, t_e]$ ,  $i=1, \dots, m$ , in absteigender Reihenfolge und bezeichne die derart sortierten Werte mit  $\hat{N}_{(1)}(t_e), \dots, \hat{N}_{(m)}(t_e)$ ;

30

Schritt 5: setze

$$\hat{g}_u := \hat{N}_{(\lfloor m \cdot \alpha / 2 \rfloor)}(t_e) \text{ und}$$

$$\hat{g}_o := \hat{N}_{(\lceil m \cdot (1 - \alpha / 2) \rceil)}(t_e),$$

d.h. eliminiere die  $(100 \cdot (1 - \alpha) / 2)\%$  kleinsten und größten Werte.

5 Daraus resultiert unmittelbar das Konfidenzintervall.

Jeder einzelne Simulationslauf basiert auf einem Simulationsalgorithmus, der aus (vgl. [2]) bekannt ist: Simulative Erzeugung von Zwischenankunftszeiten eines  
10 nichthomogenen Poisson-Prozesses:

Schritt 1: Setze  $\bar{\lambda} := \sup_{t \geq t_s} \{\lambda(t)\}$ , wobei gilt:

$$\lambda(t) := \left. \frac{di}{dt} \right|_t \quad (10).$$

15 Schritt 2: erzeuge eine mit dem Parameter  $\bar{\lambda}$  exponentialverteilte (Pseudo-)Zufallsvariable X, d.h.  $X := -\log(U) / \bar{\lambda}$ , wobei U auf (0,1) gleichverteilt ist.

20 Schritt 3: erzeuge eine auf (0,1) gleichverteilte Zufallsvariable U.

Schritt 4: falls  $U \leq \lambda(t_s + X) / \bar{\lambda}$ , dann setze  $t^* := t_s + X$ ; andernfalls setze  $t_s := t_s + X$  und gehe zu

25 Schritt 1.

**Fig.1** zeigt beispielhaft eine Skizze, die eine akkumulierte Fehleranzahl über einem vorgegebenen Testzeitraum darstellt. Ab einem Zeitpunkt  $t_0$  zeigt sich ein Vorhersageintervall für  
30 alle Zeitpunkte  $t_0 + x$ .

Allgemein ergibt sich die Ableitung der Intensität i gemäß Gleichung (10) zu  $\lambda$ . Beispielsweise ergibt sich:

10

$$a) \lambda(t) = a \cdot b \cdot c \cdot \exp(-bt^c) \cdot t^{c-1}$$

( $\lambda(t)$  ist für  $c \leq 1$  streng monoton fallend, für  $c > 1$  unimodal mit einem eindeutigen Maximum an einer Stelle

$$t_{\max} = \sqrt[c]{\frac{c-1}{bc}}).$$

5

b)  $\bar{\lambda}$  ergibt sich nach den obigen Überlegungen zu

$$\bar{\lambda} = \begin{cases} \lambda(t_s), & (c \leq 1) \vee (t_s \geq t_{\max}) \\ \lambda(t_{\max}), & \text{sonst.} \end{cases}$$

- 10 In **Fig.2** ist eine Skizze gezeigt, die überlagerte Konfidenzintervalle darstellt. Insbesondere wird dadurch ersichtlich, daß eine etwaige Prognose umso breiter streut, je weiter sie in die Zukunft reicht. Insbesondere können durch verschiedene Prozeßmodelle berechnete
- 15 Konfidenzintervalle auf die in Fig.2 dargestellte Art visualisiert werden.

- In **Fig.3** ist ein Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten
- 20 dargestellt. In einem Schritt 301 wird ein stochastischer Prozeß, insbesondere ein nichthomogener Poisson-Prozeß (als Vertreter für einen stochastischen Zählprozeß) an vorgegebene Meßdaten angepaßt. In einem Schritt 302 werden Simulationsläufe durchgeführt, die ausgehend von dem
- 25 Zeitpunkt  $t_0$  bis zu einem zu prognostizierenden Endzeitpunkt  $t_e$  laufen. Für jeden Simulationslauf werden in einem Schritt 303 prognostizierte Meßdaten bestimmt und eine Vorhersage von Meßdaten auf einen Bereich eingeschränkt, der von den durch die Simulationsläufe bestimmten Meßdaten abgedeckt wird
- 30 (siehe Schritt 304). In einem Schritt 305 wird ein Konfidenzintervall bestimmt, indem jeweils ein vorgegebener Teil größter und kleinster prognostizierter Meßdaten unberücksichtigt bleibt (dies entspricht besagtem Bereich). In einem Schritt 306 wird das Verfahren beendet.

**Fig.4** zeigt ein weiteres Flußdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten. Dazu wird in einem Schritt 401 eine Anpassung eines stochastischen Prozesses, insbesondere eines nichthomogenen Poisson-Prozesses an die vorgegebenen Meßdaten durchgeführt. Anhand des stochastischen Prozesses werden Wahrscheinlichkeitswerte bestimmt, die der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden (vergleiche Schritt 402). Durch diesen Sortiervorgang wird ein Intervall, hier ein Konfidenzintervall, bestimmt. Die Breite des Konfidenzintervalls ergibt sich durch Vergleich der akkumulierten Wahrscheinlichkeiten mit einer vorgegebenen Schwelle. Durch das Konfidenzintervall ist, wie oben erklärt wurde, eine Verteilung bzw. Unschärfe von einem Zeitpunkt  $t_0$  in die Zukunft gegeben, die eine Abschätzung der Meßdaten in der Zukunft ermöglicht (siehe Schritt 403). In einem Schritt 404 wird das Verfahren beendet.

In **Fig.5** ist eine Prozessoreinheit PRZE dargestellt. Die Prozessoreinheit PRZE umfaßt einen Prozessor CPU, einen Speicher SPE und eine Input/Output-Schnittstelle IOS, die über ein Interface IFC auf unterschiedliche Art und Weise genutzt wird: Über eine Grafikschnittstelle wird eine Ausgabe auf einem Monitor MON sichtbar und/oder auf einem Drucker PRT ausgegeben. Eine Eingabe erfolgt über eine Maus MAS oder eine Tastatur TAST. Auch verfügt die Prozessoreinheit PRZE über einen Datenbus BUS, der die Verbindung von einem Speicher MEM, dem Prozessor CPU und der Input/Output-Schnittstelle IOS gewährleistet. Weiterhin sind an den Datenbus BUS zusätzliche Komponenten anschließbar, z.B. zusätzlicher Speicher, Datenspeicher (Festplatte) oder Scanner.

Nachfolgend werden ein Algorithmus zur Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen und ein Algorithmus zur simulativen Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen in der Notation der Programmiersprache C angegeben.

**Programm 1:**

```

/* B stimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen */
/* basierend auf dem verallgemeinerten Goel-Okamoto-Modell */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <stdio.h>

   #define true 1
10  #define false -1

   double mv_genGO(double,double,double,double); double poisson(double,long); void ki_nhpp();
   int main(argc,argv)
   int argc;
15  char *argv[];
   {
   double a,b,c,bt,st,kn;
   long low,upp,lauf;

20  if (argc<7) {
   printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n");
   printf("Aufruf: %s <Par1> <Par2> <Par3> <Startzeit> <Endzeit>",
   "<KNiveau>\n\n", argv[0]); return 1;
   }

25  a = atof(argv[1]);
   b = atof(argv[2]);
   c = atof(argv[3]);
   bt= atof(argv[4]);
30  st= atof(argv[5]);
   kn= atof(argv[6]);

   for (lauf=1;lauf< ;lauf++) {
   ki_nhpp(mv_genGO,a,b,c,bt,bt+lauf*(st-bt)/10.,kn,&low,&upp);
35  printf("Zeitpunkt: %8.2f Fehlerintervall: [%d,%d]\n",
   bt+lauf*(st-bt)/10., low, upp);
   }
   return 0;
   }

40  double mv_genGO(x,a,b,c)
   double x,a,b,c;
   { return( a*(1.0-exp(-b*pow(x,c))) ); }

45  double poisson(lambda,wert)
   double lambda;
   long wert;
   {
   long i;
50  double itval,hv;

   if (lambda<600) {
   itval = exp(-lambda);
   for (i=wert;i>=1;i--) { itval *= lambda/(double)i; }
55  }

```



```

else {
    hv = exp(-lambda/(double)wert);
    itval = 1.0;
    for (i=wert;i>=1;i--) { itval *= lambda/(double)i*hv; }
5    }
    return ( itval );
}

void ki_nhpp(mv_nhpp, par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp,
10    start_time, stop_time, k_niveau, lower, upper) double mv_nhpp(double,double,double,double);
    double par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp, start_time, stop_time, k_niveau; long *lower, *upper;
{
    long lauf;
    int lborder,mod_low,mod_upp;
15    double sum,tmp_mv, val_l, val_u;

    tmp_mv = mv_nhpp(stop_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp) -
    mv_nhpp(start_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp); lauf = (long)tmp_mv;
    *lower = lauf-1;
20    *upper = lauf+1; mod_low= false; mod_upp= false; sum = poisson(tmp_mv,lauf); val_l =
        poisson(tmp_mv,*lower); val_u = poisson(tmp_mv,*upper);
    while (sum<k_niveau) {
        if (val_l<val_u) {
            sum += val_u;
25            (*upper)++;
            lborder = false;
            mod_upp = true;
            val_u = poisson(tmp_mv,*upper);
        }
30    else {
        sum += val_l;
        (*lower)--;
        lborder = true;
        mod_low = true;
35    val_l = poisson(tmp_mv,*lower);
        }
    }

    if (lborder == true) { (*lower)++; }
40    else { (*upper)--; }

    if (mod_low == false) { (*lower)++; }
    if (mod_upp == false) { (*upper)--; }

45    return;
}

```

**Programm 2:**

```

/* Simulative Bestimmung von Konfidenzintervallen für Prognosen */
/* basierend auf dem verallgemeinerten Goel-Okamoto-Modell */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <time.h>
   #include <stdio.h>
   #include <values.h>

10  #define true 1
   #define false -1

   double drand48(void);
15  void srand48(long);

   double sim_exp(double); double lambda_genGO(double,double,double,double); void sim_nhpp();
   int main(argc,argv)
   int argc;
20  char *argv[];
   {
   time_t t; double a,b,c,bt,st,pnt[1000000],check_time[12]; long lauf,no_pnt,seed_run; int clauf;
   FILE *datei;
   if (argc<6) {
25  printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n");
   printf("Aufruf: %s <Par1> <Par2> <Par3> <Startzeit> <Endzeit>\n\n",
   argv[0]); return 1;
   }

30  datei = fopen("sim.seed","r");
   if (datei==NULL) {
   seed_run = 1;
   }
   else {
35  fscanf(datei,"%6d",&seed_run); fclose(datei); seed_run++;
   }

   datei = fopen("sim.seed","w+");
   fprintf(datei, "%6d\n", seed_run );
40  fclose(datei);

   time (&t); /* Initialisierung des */
   t += seed_run*100; /* Zufallszahlengenerators */
   srand48 ((unsigned long) t); /* mit Hilfe der Systemzeit */
45  a = atof(argv[1]);
   b = atof(argv[2]);
   c = atof(argv[3]);
   bt= atof(argv[4]);
   st= atof(argv[5]);

50  sim_nhpp(lambda_genGO,a,b,c,bt,st,&pnt,&no_pnt);
   for (lauf=1;lauf<=no_pnt;lauf++) {
   printf("%15.7f %10d \n", pnt[lauf], lauf);
55  }

```

```

datei = fopen("ki.tmp","a");
for (lauf=1;lauf< ;lauf++) {
    check_time[lauf] = bt+lauf*(st-bt)/10.;
}
5  check_time[11] = pnt[no_pnt]+1; /* größer als die größte
    simulierte Zeit */
    clauf = 1;
    for (lauf=1;lauf<=no_pnt;lauf++) {
        while (pnt[lauf]>=check_time[clauf]) { fprintf(datei, "%8.2f %6d ", check_time[clauf], lauf-1); clauf++;
10     }
        }

    if (pnt[no_pnt] < check_time[10]) {
        for (lauf=clauf;lauf< ;lauf++) { fprintf(datei, "%8.2f %6d ", check_time[lauf], no_pnt);
15     }
        }

    fprintf(datei, "\n");
    fclose(datei);
20

    return 0;
}

double sim_exp(lambda)
25 double lambda;
    { return( -log(drand48())/lambda ); }

double lambda_genGO(x,a,b,c)
double x,a,b,c;
30 { return( a*b*c*pow(x,c-1)*exp(-b*pow(x,c)) ); }

void sim_nhpp(lambda_nhpp, par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp,
start_time, stop_time, path, no_points) double lambda_nhpp(double,double,double,double); double
par1_nhpp, par2_nhpp, par3_nhpp, start_time, stop_time; double path[]; long *no_points;
35 {
    double sim_time,x,u,x_bar,lambda_bar;
    *no_points=0;
    sim_time = start_time;

40    do {
        if (par3_nhpp<=1) { lambda_bar = lambda_nhpp(sim_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
        }
        else {
            x_bar = pow((par3_nhpp-1.0)/par2_nhpp/par3_nhpp,1.0/par3_nhpp);
45        if (sim_time>=x_bar) {
            lambda_bar = lambda_nhpp(sim_time,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
        }
        else {
            lambda_bar = lambda_nhpp(x_bar,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp);
50        }
        }

        x = sim_exp(lambda_bar);
        u = drand48();
55

```

16

```
if (u<=lambda_nhpp(sim_time+x,par1_nhpp,par2_nhpp,par3_nhpp)/lambda_bar) { (*no_points)++;  
    path[*no_points]=sim_time+x;  
}  
sim_time+=x;  
5 }  
while (sim_time<=stop_time);  
return;  
}
```

**Programm 3:**

```

/* Bestimmung der Konfidenzintervalle aus den Simulationsdaten */
/* (die Simulationsdaten werden in aufsteigender Reihenfolge sortiert) */
5  #include <stdlib.h>
   #include <math.h>
   #include <stdio.h>

   int qsort_icmp(int*,int*);
10  int qsort_icmp(x,y)
   int *x, *y;
   {
   if (*x<*y) { return ( -1 ); }
   else if (*x==*y) { return ( 0 ); }
15  else { return ( 1 ); }
   }

   int main(argc,argv)
   int argc;
20  char *argv[];
   {
   int pnt[11][100000];
   int qs[100000];
   char *dname;
25  int frac,i;
   long lauf,lower_bound,upper_bound;
   long l,no_pnt,seed_run;
   double ctime[11],x;
   FILE *datei;
30

   if (argc<3) {
   printf("\n\nZuwenig Argumente! \n\n"); printf("Aufruf: %s <Dateiname> <Konfidenzniveau (in
   %%>)\n\n", argv[0]); return 1;
35  }

   dname = argv[1];
   frac = 100-atoi(argv[2]);
   lauf = 0;
40

   datei = fopen(dname,"r");
   if (datei==NULL) { return 1; }
   else {
   while (!feof(datei)) {
45  lauf++;
   for (i=1;i<=9;i++) {
   fscanf(datei,"%8lf %6d ", &ctime[i], &pnt[i][lauf]);
   }
   fscanf(datei,"%8lf %6d \n", &ctime[10], &pnt[10][lauf]);
50  }
   fclose(datei);
   }

   lower_bound = (long)floor(lauf*frac/200.); upper_bound = (long)ceil(lauf*(200.-frac)/200.);
55  if (lower_bound<1) {lower_bound = 1;}

```

```
printf("\n\n%2d%%-Sicherheitsbereich bei %d Simulationsläufen\n\n",
100-frac,lauf);
for (i=1;i< ;i++) {
for (l=1;l<=lauf,l++) {
5  qs[l] = pnt[i][l];
}

qsort(&qs[1], lauf, sizeof(int), &qsort_icmp);
printf("Zeitpunkt: %8.2f Fehlerintervall: [%d,%d]\n",
10 ctime[i], qs[lower_bound], qs[upper_bound]);
}

return 0 ;
}
15
```

... Literaturverzeichnis:

[1] Sidney I. Resnick: "Adventures in Stochastic Processes",  
Birkhäuser Boston, 1992, ISBN 3-7643-3591-2, pp.303-317.

[2] Bratelly et al., 1987

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten bis zu einem  
Endzeitpunkt anhand vorgegebener Meßdaten,
  - 5 a) bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird;
  - b) bei dem ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe des stochastischen Prozesses bis zu dem Endzeitpunkt durchgeführt werden;
  - 10 c) bei dem für jeden Simulationslauf die prognostizierten Meßdaten bestimmt werden;
  - d) bei dem die Vorhersage von Meßdaten durch Angabe eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten bestimmt ist, erfolgt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
bei dem ein Konfidenzintervall für die Vorhersage von Meßdaten bestimmt wird, indem die a% kleinsten und die b% größten prognostizierten Meßdaten eliminiert werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2,  
bei dem a% gleich b% ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 bei dem der stochastische Prozeß ein nichthomogener Poisson-Prozeß ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Meßdaten Anzahlen von Fehlern sind.
- 30 6. Verfahren zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten,
  - 35 a) bei dem ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird;
  - b) bei dem ein Intervall ermittelt wird, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnene



Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;

- c) bei dem die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

5

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
bei dem die anhand des stochastischen Prozesses gewonnenen Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach symmetrisch um den Erwartungswert sortiert werden.

10

8. Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten bis zu einem Endzeitpunkt anhand vorgegebener Meßdaten, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß
- 15 a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;
- b) ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe des stochastischen Prozesses bis zu dem Endzeitpunkt
- 20 durchführbar sind;
- c) für jeden Simulationslauf die prognostizierten Meßdaten ermittelbar sind;
- d) die Vorhersage von Meßdaten durch Angabe eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten
- 25 bestimmt ist, erfolgt.

9. Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten,

- 30 bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß
- a) ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten anpaßbar ist;
- b) ein Intervall ermittelbar ist, indem anhand des
- 35 stochastischen Prozesses gewonnene Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden;

- c) die Vorhersage von Meßdaten innerhalb der Grenzen des Intervalls erfolgt.

Zusammenfassung

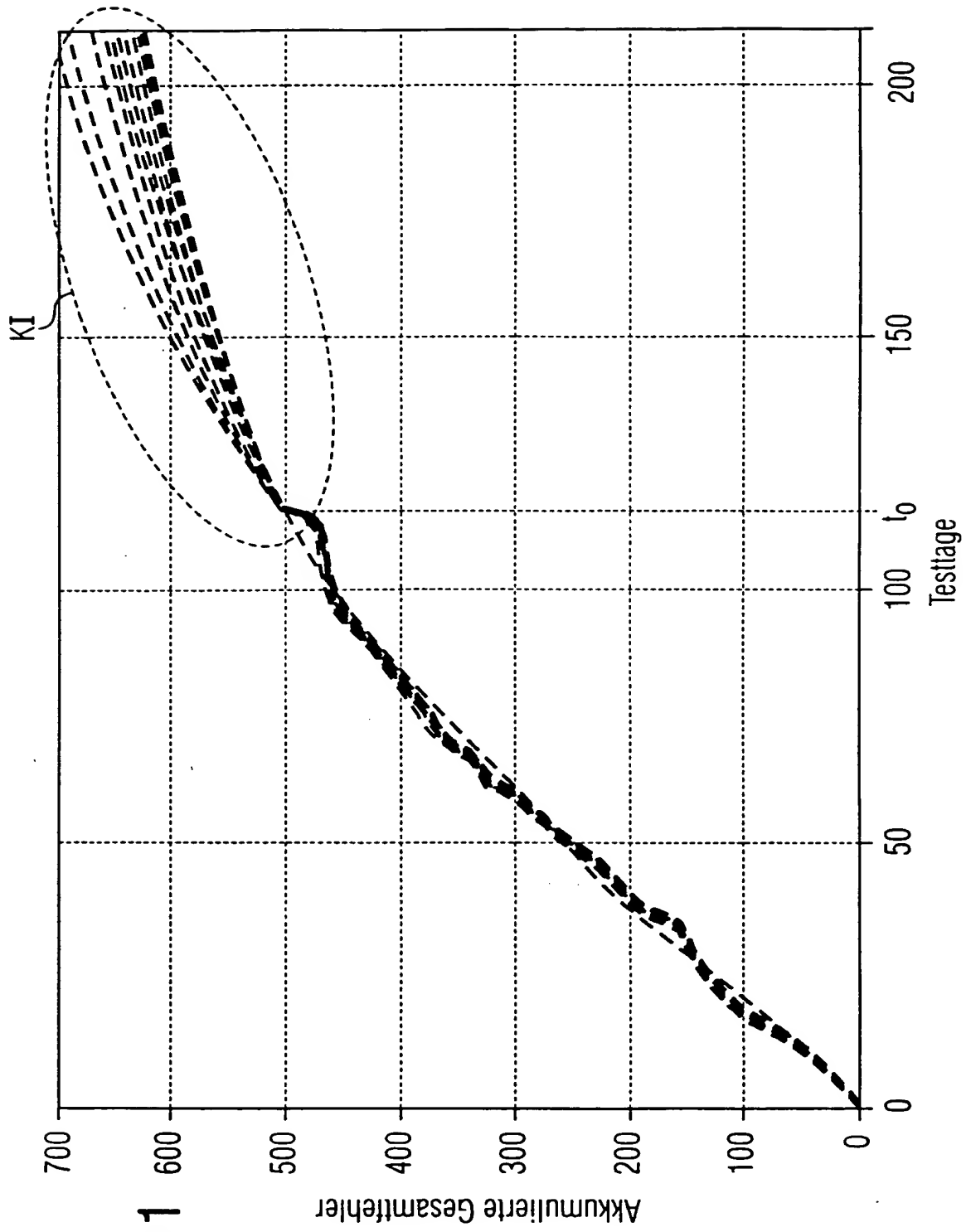
Verfahren und Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten

5

Es werden ein Verfahren und eine Anordnung zur Vorhersage von Meßdaten anhand vorgegebener Meßdaten angegeben, bei dem/bei der ein stochastischer Prozeß an die vorgegebenen Meßdaten angepaßt wird. Ab einem vorgegebenen Zeitpunkt werden

10 Simulationsläufe bis zu einem Endzeitpunkt durchgeführt. Für jeden Simulationslauf werden die prognostizierten Meßdaten bestimmt. Für den Endzeitpunkt erfolgt die Vorhersage von Meßdaten innerhalb eines Wertebereichs, der durch die prognostizierten Meßdaten bestimmt ist.

15



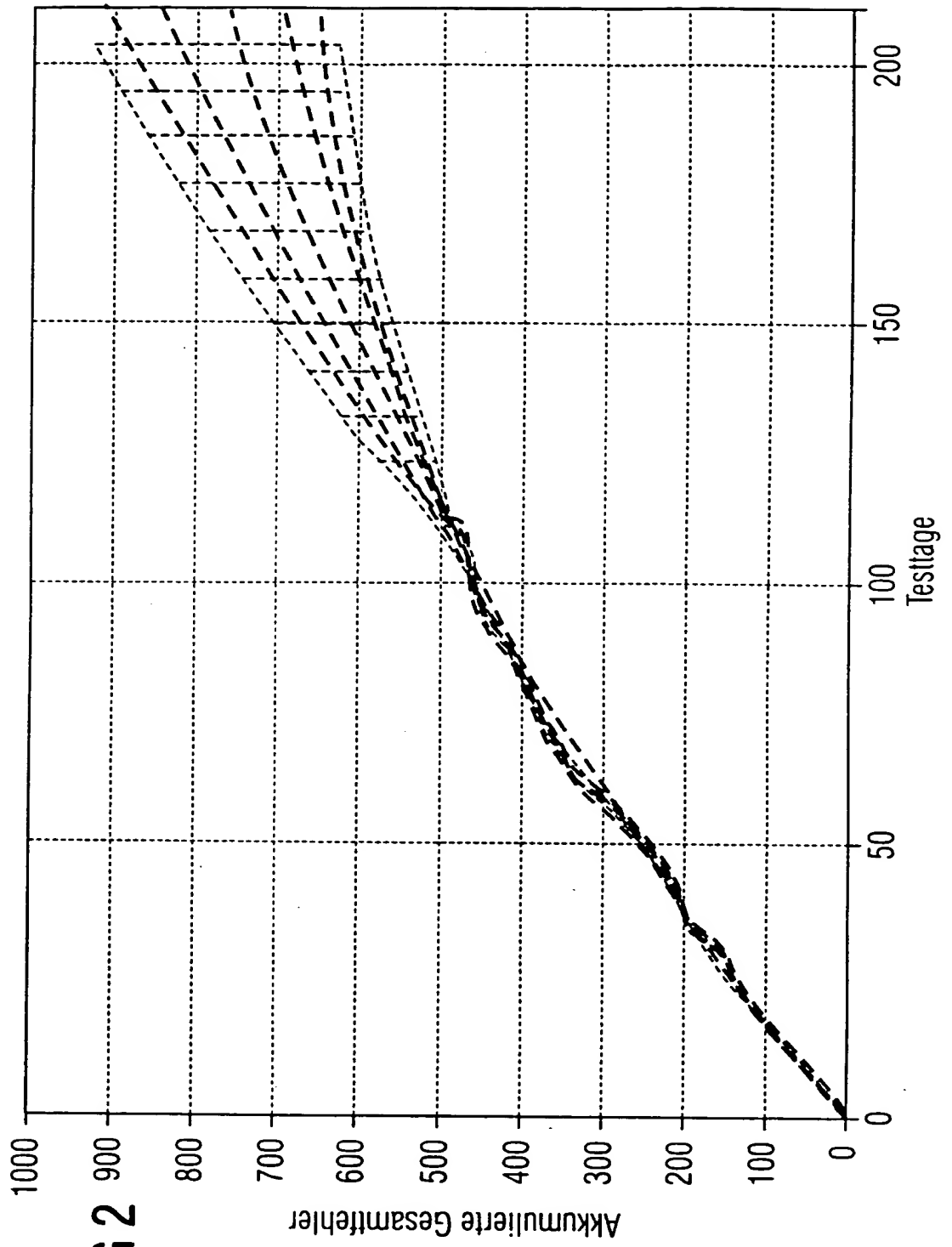


FIG 3

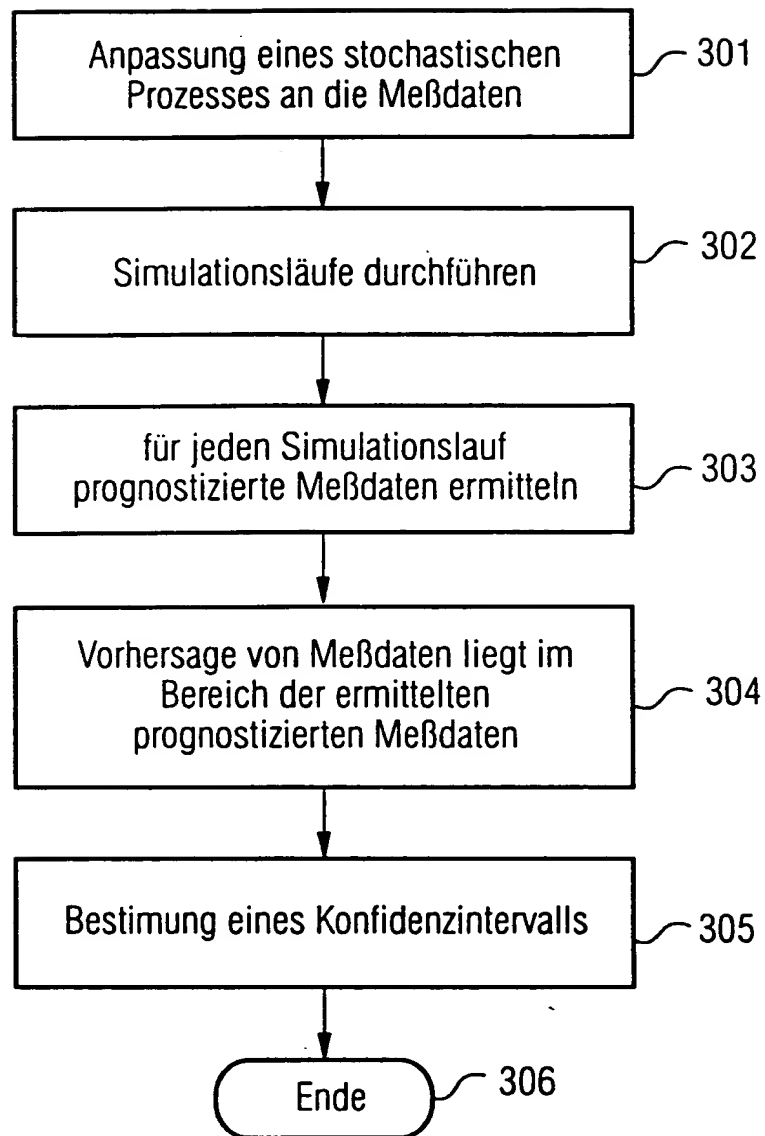


FIG 4

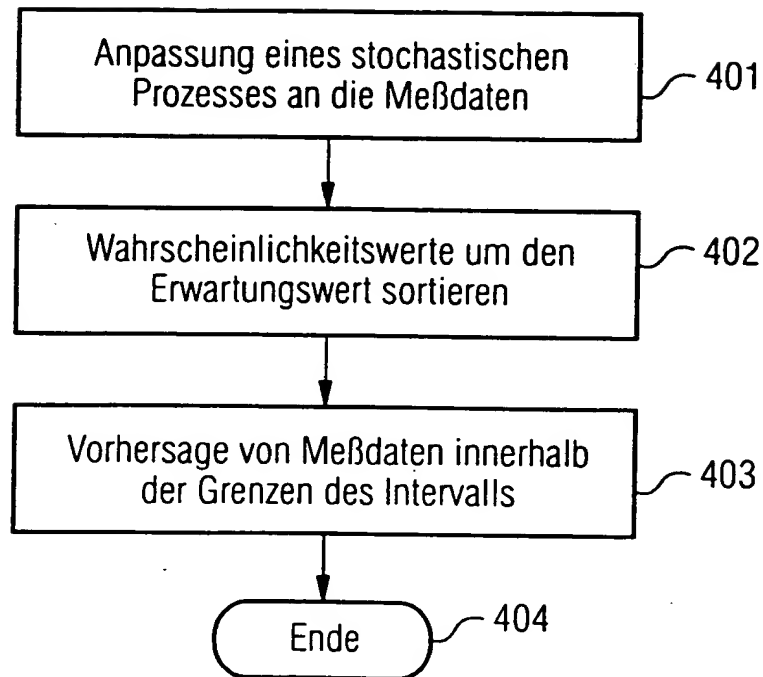
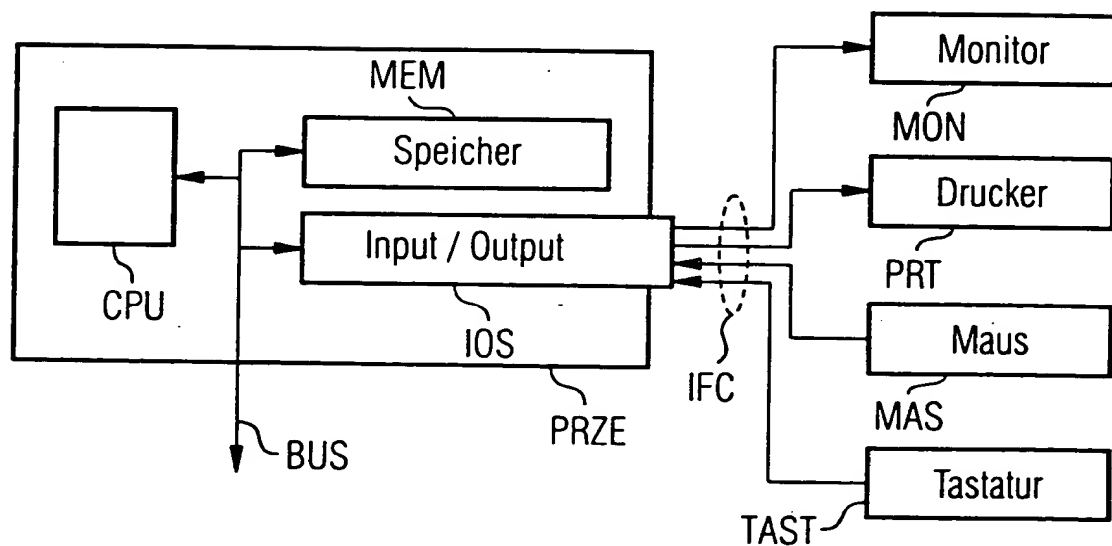


FIG 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03955

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0786725 A	30-07-1997	NONE	
DE 19610847 C	30-04-1997	WO 9735267 A EP 0888590 A	25-09-1997 07-01-1999



# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03955

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0786725	A	30-07-1997	KEINE		
DE 19610847	C	30-04-1997	WO	9735267 A	25-09-1997
			EP	0888590 A	07-01-1999

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESSENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

<b>Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts</b> <b>98P5929P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
<b>Internationales Aktenzeichen</b> <b>PCT/DE 99/ 03955</b>	<b>Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>10/12/1999</b>	<b>(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>16/12/1998</b>
<b>Anmelder</b>  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	YAMADA S; OSAKI S: "Software Reliability Growth Modeling: Models and Applications" IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, Bd. SE-11, Nr. 12, Dezember 1985 (1985-12), Seiten 1431-1437, XP000915448 das ganze Dokument	1,6,8,9
A	EHRLICH W K ET AL: "APPLICATION OF SOFTWARE RELIABILITY MODELING TO PRODUCT QUALITY AND TEST PROCESS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, US, LOS ALAMITOS, IEEE COMP. SOC. PRESS, Bd. CONF. 12, 1990, Seiten 108-116, XP000293771 ISBN: 0-8186-2026-9 das ganze Dokument	1,6,8,9
A	ANONYMOUS: "Stochastic Simulator of Software Development Process. February 1978." IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Bd. 20, Nr. 9, 1. Februar 1978 (1978-02-01), Seiten 3691-3692, XP002142220 New York, US das ganze Dokument	1,6,8,9

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 19 APR 2001

WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1998 P 05929 WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03955	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 10/12/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 16/12/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01R31/00		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  13/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  11.04.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Rath, R  Tel. Nr. +49 89 2399 8950 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-19                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-9                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/4-4/4                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03955

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

- 1). Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP-A-0 786 725

D2: DE 196 10 847 C

D3: YAMADA S; OSAKI S: 'Software Reliability Growth Modeling: Models and Applications' IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, Bd. SE-11, Nr. 12, Dezember 1985 (1985-12), Seiten 1431-1437, XP000915448

D4: EHRLICH W K ET AL: 'APPLICATION OF SOFTWARE RELIABILITY MODELING TO PRODUCT QUALITY AND TEST PROCESS' PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, US, LOS ALAMITOS, IEEE COMP. SOC. PRESS, Bd. CONF. 12, 1990, Seiten 108-116, XP000293771 ISBN: 0-8186-2026-9

D5: ANONYMOUS: 'Stochastic Simulator of Software Development Process. February 1978.' IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Bd. 20, Nr. 9, 1. Februar 1978 (1978-02-01), Seiten 3691-3692, XP002142220 New York, US

- 2). Die Anmeldung betrifft Verfahren zur **Vorhersage von Meßdaten**, wobei ein stochastischer Prozeß an die Meßdaten angepaßt wird.

D2 beschreibt ein Verfahren zur Klassifikation einer Zeitreihe, die eine vorgegebene Anzahl von Abtastwerten aufweist. Dabei repräsentiert der Informationsfluß insbesondere nichtlineare Korrelationen zwischen den Abtastwerten.

Die Ansprüche 1 und 8 (insbesondere Merkmale b) und c)) unterscheiden sich davon vor allem, daß ab einem vorgegebenen Zeitpunkt Simulationsläufe des stochastischen Prozesses bis zu einem Endzeitpunkt durchgeführt werden. Bereits vorgegebene Meßdaten werden dabei simulativ extrapoliert und auf diesem Wege weitere, sogenannte prognostizierte Meßdaten bestimmt.

Auch auf das Merkmal b) der Ansprüche 6 und 9, ein Intervall zu ermitteln, indem anhand des stochastischen Prozesses gewonnenen Wahrscheinlichkeitswerte der Größe nach um einen Erwartungswert sortiert werden, ist aus D2 nicht nahegelegt.

D1 und D3-D5 betreffen Verfahren zur Ermittlung von Fehlerquellen in Softwareentwicklungsprozessen und geben weder konkrete Hinweise auf die Merkmale der unabhängigen Ansprüche noch legen sie in Kombination mit D2 diese ohne erfinderisches Zutun nahe.

#### **Zu Punkt VII**

##### **Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

- 3). Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1-D4 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES  
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS  
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

An  
SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
GERMANY

ZT GG VM Moh P/RI

Eing. 28. Juli 2000

GR  
Frist

Absenddatum  
(Tag/Monat/Jahr) 26/07/2000

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
98P5929P

WEITERES VORGEHEN siehe Punkte 1 und 4 unten

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 99/03955

Internationales Anmeldedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 10/12/1999

Anmelder  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.  
**Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:**  
Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):  
**Bis wann sind Änderungen einzureichen?**  
Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.  
**Wo sind Änderungen einzureichen?**  
Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,  
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35  
Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.
3. ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß  
☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsämter dem Internationalen Büro übermittelt werden sind.  
☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:  
Kurz nach Ablauf von 18 Monaten seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90<sup>bis</sup> bzw. 90<sup>ter</sup> vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.  
Innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.  
Innerhalb von 20 Monaten seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsämtern vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder in nachträglichen Auswahlklärungen ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrags nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cornelia Schulze

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu nummerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen, die anderen Ansprüche nicht neu nummeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu nummerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

##### Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (F rsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:  
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:  
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:  
"Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt." Oder "Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:  
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigefügt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

<b>Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts</b> <b>98P5929P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
<b>Internationales Aktenzeichen</b> <b>PCT/DE 99/ 03955</b>	<b>Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>10/12/1999</b>	<b>(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>16/12/1998</b>
<b>Anmelder</b> <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

#### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

#### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

#### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts in Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	YAMADA S; OSAKI S: "Software Reliability Growth Modeling: Models and Applications" IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, Bd. SE-11, Nr. 12, Dezember 1985 (1985-12), Seiten 1431-1437, XP000915448 das ganze Dokument	1,6,8,9
A	EHRLICH W K ET AL: "APPLICATION OF SOFTWARE RELIABILITY MODELING TO PRODUCT QUALITY AND TEST PROCESS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING,US,LOS ALAMITOS, IEEE COMP. SOC. PRESS, Bd. CONF. 12, 1990, Seiten 108-116, XP000293771 ISBN: 0-8186-2026-9 das ganze Dokument	1,6,8,9
A	ANONYMOUS: "Stochastic Simulator of Software Development Process. February 1978." IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Bd. 20, Nr. 9, 1. Februar 1978 (1978-02-01), Seiten 3691-3692, XP002142220 New York, US das ganze Dokument	1,6,8,9

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03955

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0786725	A	30-07-1997	KEINE		
DE 19610847	C	30-04-1997	WO	9735267 A	25-09-1997
			EP	0888590 A	07-01-1999

Translation

09/168239

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

RECEIVED

DEC 11 2001

IL 2800 MAIL ROOM

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 98P5929P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/03955	International filing date (day/month/year) 10 December 1999 (10.12.99)	Priority date (day/month/year) 16 December 1998 (16.12.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G06F 17/60, 11/00		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of                      sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 13 July 2000 (13.07.00)	Date of completion of this report 11 April 2001 (11.04.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE99/03955

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-19, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. 1-9, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/DE 99/03955

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

#### 1. The following documents are referred to:

- D1: EP-A-0 786 725
- D2: DE-C-196 10 847
- D3: YAMADA S, OSAKI S: "Software Reliability Growth Modeling: Models and Applications", IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, Vol. SE-11, No. 12, December 1985 (1985-12), pages 1431-1437, XP000915448
- D4: EHRLICH W K et al.: "APPLICATION OF SOFTWARE RELIABILITY MODELING TO PRODUCT QUALITY AND TEST PROCESS", PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, US, LOS ALAMITOS, IEEE COMP. SOC. PRESS, Vol. CONF. 12, 1990, pages 108-116, XP000293771, ISBN: 0-8186-2026-9
- D5: ANONYMOUS: "Stochastic Simulator of Software Development Process, February 1978", IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Vol. 20, No. 9, 1 February 1978 (1978-02-01), pages 3691-3692, XP002142220, New York, US

#### 2. The application relates to methods for **predicting measurement data**, wherein a stochastic process is

adapted to suit to the measurement data.

Document D2 describes a method for classifying a time sequence consisting of a specified number of sampling values. Specifically, the information flow represents non-linear correlations between sampling values.

Claims 1 and 8 of the present application (in particular features b) and c)) differ from the above principally in that stochastic process simulation runs are carried out from a specified starting moment until a finishing moment. The simulations are used to extrapolate previously specified measurement data and thus determine further measurement data, which is referred to as prognosticated measurement data.

Feature b) of Claims 6 and 9, whereby an interval is determined by taking probability values obtained by the stochastic process and sorting them around an expected value according to magnitude, is not suggested by D2.

Documents D1 and D3 to D5 relate to methods for identifying error sources in software development processes. They contain no explicit references to the features of the independent claims in the present application, nor can the said features be immediately derived from a combination of these documents and D2 without an inventive contribution.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/03955

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite documents D1 to D4 or indicate the relevant prior art disclosed therein.